褐飞虱翅型分化的组织学研究 *

杜建光　王　群　程遐年
（南京农业大学植保系　南京　210095）

摘要　利用石蜡切片的方法，观察并比较了褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) 长翅型和短翅型纯系各龄若虫及成虫的翅芽和间接飞行肌的发育情况。发现在 4 龄的第 8 h 以后间接飞行肌就开始分化，长翅型若虫的间接飞行肌正常发育而短翅型若虫间接飞行肌的发育则被抑制。在 5 龄初始时方可明显观察到翅芽分化，短翅型若虫前翅芽细胞增殖速度明显慢于长翅型，并且其后翅芽停止发育。本文还比较了长翅型雌、雄性个体之间间接飞行肌的发育情况。

关键词　褐飞虱，翅型分化，间接飞行肌，翅芽，敏感龄期

褐飞虱 *Nilaparvata lugens* (Stål) 具有翅二型现象，这种现象直观地表现为短翅型成虫前翅不及腹部末端、后翅退化，不能飞行；而长翅型成虫具有正常发育的前、后翅，可进行长距离迁飞。褐飞虱属外翅部昆虫，其翅是在若虫期以翅芽的形式逐渐发育而成的，有许多研究者[1~3]测量了 5 龄若虫的翅芽长度，发现若虫翅芽长度与成虫翅型具有相关性。Yamada[4]认为，5 龄若虫的翅芽长度往往取决于 3 龄若虫期，即 3 龄为敏感龄期。此外，还有许多关于褐飞虱翅型分化敏感龄期的报道[5~10]，但是结果差异较大。笔者认为，翅的长与短是在若虫期发育形成的，翅型分化必然会表现在若虫的翅芽组织发育的分化上。另外，飞行肌是昆虫飞行所必需的，为其飞行提供动力。有研究表明，有些具有翅二型现象的昆虫，其短翅型个体并不象长翅型个体那样生成强壮的间接飞行肌。对于褐飞虱，尚未有涉及有关长、短翅型个体飞行肌发育分化的报道。为了揭示褐飞虱翅型分化的内在过程、阐明翅型分化的本质，有必要研究其长、短翅型之间若虫翅芽和飞行肌的发育差异。

1　材料与方法

1.1　实验昆虫

本试验中所采用的是 1994 年 9 月采自南京江浦农场、并经 25 代连续筛选的褐飞虱长翅型和短翅型纯系。成虫和若虫均于温度为 (25±2)℃、光照时间为 L/D=14/10、相对湿度为 75%～85%的条件下室内饲养。长翅型群体饲养在汕优 63 黄熟期稻株上，若虫密度控制在 30 头/株以上，挑选 1 日龄以内的长翅型成虫作为亲本继续繁殖，如此连续筛选 25 代。短翅型群体在汕 63 分蘖期稻株上饲养，其它筛选方法和条件与长翅型相同。

* 国家攀登计划 85-31 项目部分内容
1997-05-24 收稿，1997-07-08 收修改稿

1.2 取样

长、短翅型的各龄若虫，在刚蜕皮（1 龄若虫在刚孵化）后，即挑选出来按蜕皮时间（日龄）分别群体饲养，每隔 8 h 取样一次，直至下一次脱皮。成虫在刚羽化和羽化后8 h各取样一次。

1.3 光镜观察

在虫体的腹部刺一小孔，置于 Carnoy 氏固定液中，依虫体大小分别采用相应的固定时间（2～10 min），然后在不同浓度的酒精中逐级依次脱水，二甲苯透明，石蜡包埋，对虫体横切和纵切，切片厚度 7～8 μm，苏木精-伊红染色，封片后观察。间接飞行肌横切面积的估算和比较参照 Steer[11]的方法进行。

2 观察结果与分析

2.1 间接飞行肌发育的分化

本实验从 1 龄若虫开始，在长、短翅型纯系的个体之间，比较了相同性别、相同取样时间的若虫和成虫的背纵肌发育情况。我们以褐飞虱中胸背纵肌相同部位的横切面的面积来比较背纵肌的发育进度。褐飞虱长、短翅型纯系若虫的背纵肌，在 4 龄的第 8 h 时横切面积相同（图版 I：1，2），表明它们在此之前的发育进度相同。但是，在 4 龄的第 16 h 时，已观察到长翅型纯系若虫背纵肌的横切面积大于短翅型（图版 I：3，4），即此时，长翅型纯系若虫背纵肌发育速度快于短翅型，从此之后，短翅型若虫背纵肌的发育被抑制，而长翅型若虫的背纵肌则迅速增粗。在成虫初羽化时可明显观察到，长翅型成虫背纵肌和背腹肌占据了中胸的绝大部分空间，而此时，短翅型成虫的背纵肌很小，其肌纤维的横切面积仅为 4 龄第 16 h 时的 2 倍。相比之下，长翅型成虫背纵肌肌纤维的横切面面积是短翅型的 29 倍（图版 I：5，6）。

2.2 不同性别之间飞行肌发育的比较

取样之后，将长翅型雌、雄若虫分开处理，并比较背纵肌发育在性别上是否有差异。在 4 龄的第 24 h 和第 48 h，它们的背纵肌横切面积相等（图版 I：7～10），表明在这两个时间之前，其背纵肌发育速度相同，虽然在 4 龄之后，雄虫由于虫体比雌虫小而间接飞行肌略小于雌虫，但是这种差异发生在分化之后，与间接飞行肌分化无关。因此证明，间接飞行肌的分化在性别之间无差异。

2.3 翅芽分化的研究

长翅型和短翅型纯系若虫，在 5 龄以前，其翅芽发情况相同，在光镜下观察无差别，但是在 5 龄期，两种翅型若虫的翅芽发育发生巨大的分化。长翅型若虫翅芽细胞分裂旺盛，在 5 龄后期时细胞层皱折，翅芽折叠，为羽化之后翅的伸展作准备（图版 I：14，15）。而短翅型若虫的翅芽发育受到抑制，前翅芽发育速度明显慢于长翅型，到 5 龄末期，细胞数量积累明显少于长翅型，从纵切面可以看出，厚度小于长翅型。此外，短翅型的

后翅芽在5龄中期开始退化变短，羽化前既不皱折也不折叠，羽化后变成一个退化的小翅（图版Ⅰ：11～13）。

3 讨论

曾有许多有关翅型分化敏感龄期的报道，但结论不一，甚至相差很大。有观点认为[12]，这可能是由各实验条件控制不一所致。虽然，在本研究中飞行肌在4龄前期即开始分化，而直至5龄才可明显观察到翅芽分化，但是，实验表明，间接飞行肌发育的分化与翅型分化趋势一致，即长翅型成虫总是具备发达的间接飞行肌，短翅型成虫的间接飞行肌总是退化，因此，可根据间接飞行肌发生分化的龄期来推算翅型分化的敏感龄期。由于飞行肌从接受信号刺激到组织发生变化有个时间过程，所以褐飞虱的翅型分化敏感龄期很可能在3龄。

有报道认为[8]，褐飞虱雄虫与雌虫的翅型分化敏感龄期不同，雌虫的敏感龄期在1～3龄，而雄虫的为1～5龄。但是，本研究的结果表明，长翅型雌、雄若虫中胸背纵肌发育速度始终相同；另外，相同翅型的若虫，无论雌雄，其翅芽发育的进度也是一致的，表明褐飞虱雌、雄虫翅型分化的敏感龄期相同。这对于褐飞虱的种群是有益的，因为在生境条件发生变化的情况下，不同性别的若虫可以针对外界刺激同时作出反应，或羽化成长翅型共同迁飞，或者采取居留、继续繁衍的对策，有利于种群繁荣。

参　考　文　献

1 綦立正，丁锦华，丁宗泽. 褐飞虱五龄若虫翅芽长度与成虫翅型关系的研究. 昆虫知识，1994，**31**（4）：193～195

2 Cook A G，Perfect T J. Determining the wing-morph of adult *Nilaparvata lugens* Stål and *Sogatella furcifera* from morphometric measurements on the fifth instar nymphs. Entomol. Exp. Appl.，1982，31：159～164

3 Yamada S. The relation of adult wing-form in the brown planthopper，*Nilaparvata lugens* Stål (Homoptera：Delphacidae) to wing-pad length of last instar nymphs. Appl. Entomol. Zool.，1990，**25**（4）：439～446

4 Yamada S. Dual wing-form determination mechanism in the brown planthopper，*Nilaparvata lugens* Stål（Homoptera：Delphacidae). Appl. Entomol. Zool.，1991，**26**（4）：590～592

5 王希仁，张灿东. 褐飞虱翅型分化因子的探讨. 昆虫知识，1981，**18**（4）：145～148

6 张增全. 褐飞虱翅型分化的研究. 昆虫学报，1983，**26**（3）：260～265

7 黄次伟，陈福云，冯炳灿. 褐飞虱食料的研究. 昆虫知识，1982，**19**（40）：1～4

8 俞晓平. 褐飞虱的翅型分化和迁入研究. 见：中国科协首届青年学术年会会议论文集. 北京：科学技术出版社，1992，265～267

9 Kisimoto R. Studies on polymorphism and its role playing in the population growth of brown planthopper，*Nilaparvata lugens* Stål. Bull. Shikoku. Agri. Exp. Stn.，1965，**13**：1～106

10 Iwanaga K，Tojo S. Effect of juvenile hormone and rearing density on wing dimorphism and development in the brown planthopper，*Nilaparvata lugens* Stål. J. Insect Physiol.，1986，**32**（6）：585～590

11 Steer M W. Understanding Cell Structure. 1981，Cambridge：Cambridge Univ. Press

12 李汝铎，丁锦华，胡国文等编. 褐飞虱及其种群管理. 上海：复旦大学出版社，1996，42～47

HISTOLOGICAL STUDY ON THE WING DIMORPHISM OF THE BROWN PLANTHOPPER *NILAPARVATA LUGENS* (STÅL)

Du Jianguang Wang Qun Cheng Xianian
(*Department of Plant Protection, Nanjing Agricltural University Nanjing* 210095)

Abstract The developments of wing pads and indirect flight muscles (IFM) in the macropterous and the brachypterous brown planthopper [*Nilaparvata lugens* (Stål)] were studied with paraffin method. The developmental differentiation of the IFMs occurred between the 8th and the 16th hour of the 4th nymphal instar, after which the IFMs of the macropterous nymph developed normally while the IFM development of the brachypterous was suppressed. The wing pad developmental dfferentiation was observed only at the 5th nymphal instar. The front wing pad cells of the brachypterous nymph proliferated slower than those of the macropterous and the development of hind wing pads of the brachypterous broke down. The wing dimorphism differentiation sensitive instar was inferred and compared between the male and female individuals.

Key words the brown planthopper [*Nilaparvata lugens* (Stål)], wing dimorphism, indirect flight muscle, wing pad, sensitive nymph instar

图 版 说 明

图 版 I

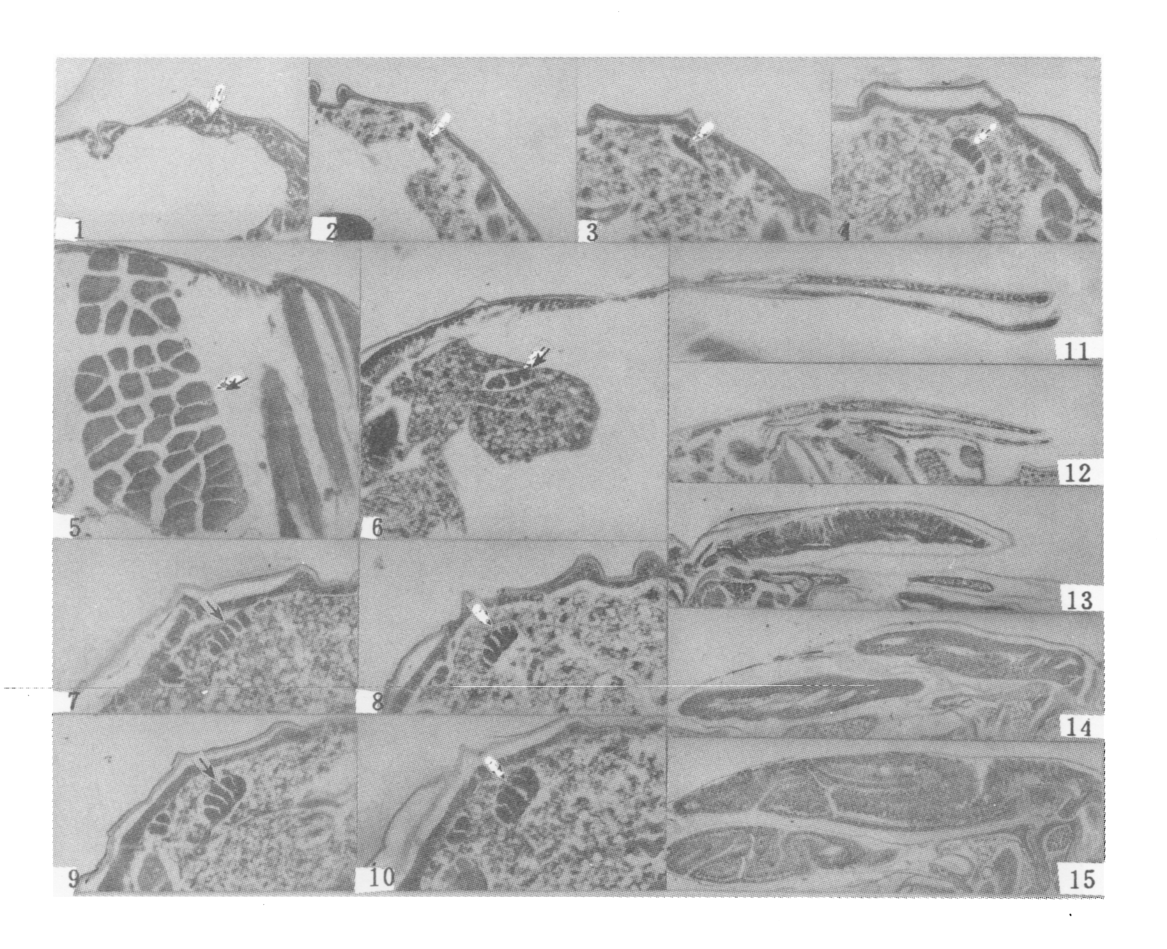
（箭头示中胸背纵肌）

1. 长翅型 4 龄 8 h 雌虫的中胸背纵肌 ×360；2. 短翅型 4 龄 8 h 雌虫的中胸背纵肌 ×360；3. 长翅型 4 龄 16 h 雌虫的中胸背纵肌 ×360；4. 短翅型 4 龄 16 h 雌虫的中胸背纵肌 ×360；5. 刚羽化的长翅型雌虫的中胸背纵肌 ×360；6. 刚羽化的短翅型雌虫的中胸背纵肌 ×360；7. 长翅型 4 龄 24 h 雌虫的中胸背纵肌 ×360；8. 长翅型 4 龄 24 h 雌虫的中胸背纵肌 ×360；9. 长翅型 4 龄 48 h 雌虫的中胸背纵肌 ×360；10. 长翅型 4 龄 48 h 雄虫的中胸背纵肌 ×360；11. 短翅型 5 龄 16 h 若虫的翅芽纵切面 ×180；12. 短翅型 5 龄 24 h 若虫的翅芽纵切面 ×180；13. 将羽化的短翅型 5 龄若虫的翅芽纵切面 ×180；14. 长翅型 5 龄 48 h 若虫的翅芽纵切面 ×180；15. 将羽化的长翅型 5 龄若虫的翅芽纵切面 ×180

杜建光等：褐飞虱翅型分化的组织学研究

Du Jianguang et al.: Histological study on the wing dimorphism of the brown planthopper *Nilaparvata lugens* (St ål)

图版 I
Plate I



图版说明见 138 页